

## PEMISAHAN METANOL DARI LIMBAH BIOMASSA TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT DARI HASIL SAMPING PEMBUATAN PULP

### METHANOL RECOVERY OF LIQUID WASTE OF TREATMENT OIL PALM EMPTY FRUIT BUNCHES AS PRODUCT PULP

**Syamsul Bahri**

Balai Riset dan Standardisasi Industri Palembang

e-mail: [esbe89@yahoo.co.id](mailto:esbe89@yahoo.co.id)

Diajukan: 24 September 2012; Direvisi: 01 – 18 Oktober 2012; Disetujui: 21 November 2012

#### Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kondisi optimum proses pembuatan bubur kertas (*pulp*) menggunakan NaOH dalam pelarut metanol. Proses pembuatan bubur kertas dari TKKS meliputi pemasakan, pencucian, penghancuran, penyaringan, pemutihan dan proses recovery metanol yang telah digunakan. Beberapa faktor yang berpengaruh terhadap persen *yield* bubur kertas antara lain konsentrasi pelarut, temperatur pemasakan, waktu pemasakan, jenis dan sifat katalis. Kondisi optimum pada proses pembuatan bubur kertas dari TKKS menggunakan NaOH dalam pelarut metanol yaitu konsentrasi metanol 35%, konsentrasi NaOH 1,5% dengan menggunakan  $\text{MgSO}_4$  sebesar 10 gram pada temperatur pemasakan 115-135 °C untuk mendapatkan *yield* bubur kertas sebesar 47,60%. Kondisi optimum proses bleaching sehingga didapatkan derajat putih yang baik tanpa merusak sifat fisik bubur kertas meliputi kekuatan tarik, retak, kekuatan sobek dan ketahanan lipat yaitu dengan menggunakan 3%  $\text{H}_2\text{O}_2$  selama proses bleaching, menghasilkan derajat putih sebesar 42,56% GE yang memenuhi standard yang berlaku. Metanol sebagai alternatif pelarut pada proses pembuatan bubur kertas dapat digunakan sebagai pengganti ethanol, bahkan dengan efisiensi persen *yield*nya yang lebih besar. Persen *recovery* metanol rata-rata pada kondisi optimum proses pemasakan dan penghancuran adalah sebesar 19,80% dan 27,40%.

**Kata kunci :** Derajat putih, metanol, pengolahan tandan kosong kelapa sawit, bubur kertas

#### Abstract

*This study aims to determine the optimum conditions for the process of producing paper pulp using NaOH in methanol solvent. The TKKS pulping process includes cooking, washing, crushing, screening, bleaching and methanol recovery process that has been used. Some of the factors that influence the percentage of yield pulp include solvent concentration, cooking temperature, cooking time, type and properties of the catalyst. Optimum conditions in the pulping process of TKKS using NaOH in methanol solvent is 35% methanol concentration, NaOH concentration of 1.5% using a 10 gram  $\text{MgSO}_4$  cooking temperature 115-135 °C for pulp yield of 47.60%. The optimum conditions of bleaching process to obtain a good whiteness without damaging the physical properties of pulp include tensile strength, crack, tear strength and folding endurance by using 3%  $\text{H}_2\text{O}_2$  for bleaching process, generating whiteness of 42.56% GE that meet applicable standards. Methanol as an alternative solvent in the manufacture of pulp can be used as a substitute for ethanol, even with efficiency greater yield. Percent methanol recovery on average at the optimum conditions at the destruction and cooking process is at 19.80% and 27.40%.*

**Keywords :** Empty fruit bunches Management, oil palm, pulp, process the methanol

## PENDAHULUAN

Tandan kosong kelapa sawit (TKKS) merupakan bahan berlignoselulosa yang memiliki prospek yang baik untuk digunakan sebagai bahan baku industri bubur kertas dan kertas yang memenuhi standar, akan menghasilkan limbah berupa lindi hitam (black liquor) yang kandungan ligninnya cukup besar yaitu 22% berat kering TKKS (Darnoko *et al.*, 1995). Pemanfaatan limbah biomassa TKKS secara efisien dapat dilakukan dengan menerapkan konsep *biomass refining* yaitu melakukan proses pengolahan dengan menggunakan pelarut organik yang prinsipnya adalah proses fraksionasi biomassa menjadi komponen-komponen utama penyusunnya (selulosa, hemi selulosa dan lignin) (Zulfansyah, 1998). Pengolahan hasil samping yang bisa mempunyai nilai tambah adalah dengan pengolahan tandan kosong kelapa sawit sebagai produk bubur kertas melalui proses pemasakan, penghancuran, pemucatan/*bleaching* dan kita dapat memperoleh kembali metanol melalui distilasi, pemisahan berdasarkan perbedaan titik didih (Carleby, 1996).

Menurut Firdaus, *et. al.*, (1998) TKS mengandung 42,7% selulosa, 27,3% hemi selulosa dan 17,2% lignin sebagai sumber bahan baku pembuatan bubur kertas dengan proses organosolv pulping menggunakan etanol alkali. Proses pembuatan bubur kertas dapat dilakukan dengan menggunakan bahan baku tandan kosong sawit dan larutan Metanol soda dengan berbagai konsentrasi dan ditambahkan katalis  $MgSO_4$  dengan lama pemasakan (3-5) jam di dalam digester yang sederhana berkapasitas 10 liter pada temperatur (110-140) °C dan tekanan operasi (3-6) Bar.

Proses organosolv pulping telah menjadi metode alternatif bagi proses pembuatan pulp konvensional, dimana pelarut organik yang telah digunakan untuk proses dapat di peroleh kembali untuk menghindari pencemaran dan agar lebih ekonomis dan efisien. Secara sederhana skema pembuatan bubur

kertas menggunakan pelarut organik dapat dilihat pada Gambar 1 (Firdaus, 1998).

Tabel 1. Komposisi Kimia TKS

Komposisi kimia TKS	Menurut Khoo	Menurut Prate
Selulosa, %	42.7	36.8
Lignin, %	17.2	15.5
Hemiselulosa, %	27.3	27.1
Abu, %	0.70	0.6

Sumber : Khoo, Prate 1992,

Pelarut organik yang dapat digunakan sebagai media delignifikasi antara lain : alkohol, asam, amina dan turunan phenol. Salah satu pelarut organik yang lebih menarik dibanding pelarut organik lain adalah metanol. Keistimewaannya adalah selektivitas delignifikasi yang baik untuk mempertahankan selulosa, kemudahan dalam pengoperasian, dapat dilakukan pada tekanan dan temperatur rendah dan tinggi, dapat dilakukan dengan atau tanpa katalis dan lebih ramah lingkungan, karena bebas belerang dan klorin.

Dalam penelitian ini akan mengkaji kondisi optimal meliputi konsentrasi NaOH, konsentrasi Metanol, lama dan temperature pemasakan, konsentrasi  $MgSO_4$  dan konsentrasi  $H_2O_2$  pada proses pengolahan limbah tandan kosong kelapa sawit menjadi bubur kertas menggunakan NaOH dengan pelarut metanol. Hasil bubur kertas yang dihasilkan pada kondisi optimum diuji derajat putihnya dan dibandingkan dengan standard bubur kertas untuk bahan baku kertas pada umumnya.

## METODE PENELITIAN

### Bahan

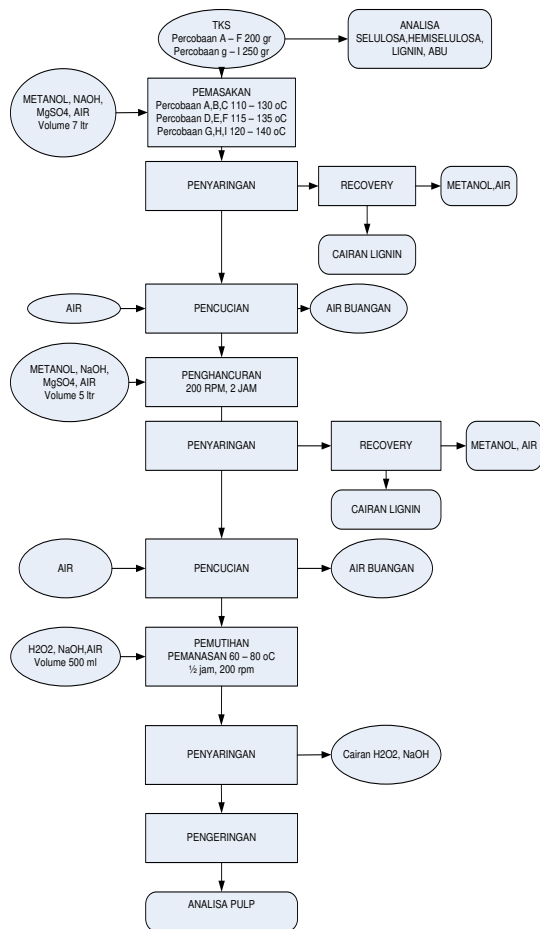
Bahan-bahan yang digunakan ; tandan kosong sawit, pelarut Metanol, NaOH,  $MgSO_4$ ,  $H_2O_2$

### Peralatan

Peralatan yang digunakan antara lain : serangkaian alat destilasi, dan alat bantu lainnya

## Metode

Variasi penelitian disajikan pada Tabel 2 sedangkan *flowchart* sebagai berikut :



Gambar 2. Skema pengelolaan TKS sebagai produk bubur kertas dengan pelarut metanol

Tabel 2. Rancangan percobaan

No	Variabel	A	B	C	D	E
1	Massa TKKS, g	200	200	200	200	200
2	Konsentrasi NaOH, %	1	1	1	1,5	1,5
3	Konsentrasi Metanol, %	40	40	40	35	35
4	Suhu Pemasakan °C	110-130	110-130	110-130	115-135	115-135
5	Massa MgSO <sub>4</sub> , g	0	10	15	15	0
6	Konsentrasi H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ,	1	1	3	3	1

Tabel 2. Rancangan percobaan (lanjutan)

No	Variabel	F	G	H	I
1	Massa TKKS, g	200	200	200	200
2	Konsentrasi NaOH, %	1,5	1,25	1,25	1,25
3	Konsentrasi Metanol, %	35	30	30	30
4	Suhu Pemasakan °C	115-135	120-140	120-140	120-140
5	Massa MgSO <sub>4</sub> , g	10	10	15	10
6	Konsentrasi H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ,	1	3	3	1

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Yield bubur kertas

Serangkaian proses pengolahan limbah TKKS menjadi bubur kertas

menghasilkan *yield* yang berbeda-beda seperti ditunjukkan pada tabel 3.

Tabel 3. Hasil percobaan *yield* bubur kertas

V	Recovery Cairan Pemasakan, %	Recovery Cairan Penghancuran, %	% Yield bubur kertas
A	40,1	23,6	35,1
B	1,6	7	53,2
C	2,7	20,8	48,1
D	4,4	22,7	51,5
E	3,7	35,1	41,3
F	5,3	24,4	50
G	13,9	19,2	32
H	14	17,8	38
I	3,9	17,7	42

Pada percobaan A, B, C dengan konsentrasi metanol 40% diperoleh *yield* bubur kertas rata-rata sebesar 45,47%, percobaan D, E, F dengan konsentrasi metanol 35% diperoleh *yield* bubur kertas rata-rata sebesar 47,6% dan untuk percobaan G, H, I dengan konsentrasi metanol 30% diperoleh *yield* bubur kertas rata-rata sebesar 47,6%. Pengaruh konsentrasi metanol pada *yield* bubur kertas adalah semakin besar konsentrasi metanol maka semakin besar juga *yield* bubur kertas, hal ini dikarenakan titik didih metanol yang rendah dengan tekanan uap yang tinggi dibandingkan dengan titik didih air sebagai campuran pelarut selain metanol. Berdasarkan Firdaus (1998), proses pembuatan bubur kertas dari TKKS dengan proses etanol (50-60%) didapatkan *yield* bubur kertas 47-54%, maka berdasarkan hasil penelitian ini pelarut metanol yang digunakan 35-40% lebih efisien karena dengan konsentrasinya yang lebih rendah perolehan bubur kertas yang didapatkan sekitar 32-53,2%. Berdasarkan hasil persamaan regresi dan uji F-hit data maka kondisi optimum untuk pengolahan TKKS menjadi bubur kertas kertas dengan persen (%) *yield* terbesar adalah dengan penggunaan konsentrasi pelarut metanol sebesar 35%.

Pada percobaan A, B, C dengan konsentrasi NaOH 1% diperoleh *yield* bubur kertas rata-rata sebesar 45,47%, percobaan D, E, F dengan konsentrasi metanol 1,5% diperoleh *yield* bubur kertas rata-rata sebesar 47,6% dan untuk percobaan G, H, I dengan

konsentrasi NaOH sebesar 1% diperoleh *yield* bubur kertas rata-rata sebesar 47,6%. Pengaruh konsentrasi NaOH yang digunakan dalam proses digesti pembuatan bubur kertas pada penelitian ini bervariasi dari 1, 1,25 dan 1,5% NaOH dan menghasilkan *yield* bubur kertas yang berada 32-53,2%. Semakin tinggi konsentrasi NaOH yang digunakan dalam proses maka semakin besar *yield* bubur kertas yang diperoleh, karena NaOH bersifat reaktif dan *eksoterm* (mengeluarkan panas) sehingga mampu melepas lignin dari serat selulosa dan hemiselulosa. Dari perbandingan dengan penelitian sebelumnya yaitu Firdaus (1998), maka pada proses penggunaan katalis NaOH dengan pelarut metanol diperoleh *yield* bubur kertas yang lebih efisien pada penelitian ini, karena penggunaan sebelumnya 10-15% NaOH dengan pelarut etanol, sedangkan pada penelitian ini hanya menggunakan 1-1,5% NaOH. Berdasarkan hasil persamaan regresi dan uji F-hit data maka kondisi optimum untuk pengolahan TKKS menjadi bubur kertas dengan persen *yield* terbesar adalah dengan penggunaan konsentrasi NaOH sebesar 1,5%.

Pada percobaan A, E dengan massa  $\text{MgSO}_4$  0 gram diperoleh *yield* bubur kertas rata-rata sebesar 25,47%, percobaan B, F, G, I dengan massa  $\text{MgSO}_4$  sebesar 10 gram diperoleh *yield* bubur kertas rata-rata sebesar 46,73% dan untuk percobaan C, D, H dengan massa  $\text{MgSO}_4$  sebesar 15 gram diperoleh *yield* bubur kertas rata-rata sebesar 45,87%. Pengaruh  $\text{MgSO}_4$  pada proses pemasakan TKKS menjadi bubur kertas, dari data penelitian dilihat bahwa semakin tinggi massa  $\text{MgSO}_4$  yang ditambahkan selama proses maka akan mempercepat pelepasan lignin dari seratnya yang terlihat pada cairan pemasak dan penghancuran, dimana pada massa  $\text{MgSO}_4$  10 gram warnanya lebih cerah dibandingkan massa  $\text{MgSO}_4$  15 gram, ini mengindikasikan bahwa penambahan  $\text{MgSO}_4$  berlebih akan mengurangi tumbukan sehingga jenuh dan tidak mempengaruhi pelepasan lignin dari seratnya. Persentase *yield*

bubur kertas yang dihasilkan adalah berkisar antara 32-53,2%. Berdasarkan hasil persamaan regresi dan uji F-hit data maka kondisi optimum untuk pengolahan TKKS menjadi bubur kertas dengan persen *yield* terbesar adalah dengan penggunaan  $\text{MgSO}_4$  sebesar 10 gram.

Pada percobaan A, B, C pada temperature pemanasan 110-130 °C diperoleh *yield* bubur kertas rata-rata sebesar 45,47%, percobaan D,E,F pada temperature pemanasan 115-135 °C diperoleh *yield* bubur kertas rata-rata sebesar 47,6% dan untuk percobaan G,H,I pada temperature pemanasan 120-140 °C diperoleh *yield* bubur kertas rata-rata sebesar 47,6%. Dari hasil rata-rata persen (%) *yield* bubur kertas yang dihasilkan maka semakin besar temperature pemasakan TKKS, semakin besar nilai persen (%) *yield* bubur kertas yang dihasilkan, hal ini dikarenakan energi panas untuk pemecahan lignin dari selulosa tandan kosong semakin tinggi. Untuk penggunaan etanol dalam proses pengolahan TKKS menjadi bubur kertas pada suhu yang sama, dihasilkan persen (%) *yield* yang lebih rendah yaitu sekitar 47% (Nurillah, 2004), sehingga penggunaan metanol lebih efisien. Berdasarkan hasil persamaan regresi dan uji F-hit data maka kondisi optimum untuk pengolahan TKKS menjadi bubur kertas dengan persen (%) *yield* terbesar adalah pada suhu pemasakan 115-135 °C.

Pada percobaan A,B dengan konsentrasi  $\text{H}_2\text{O}_2$  0-2%, diperoleh persen (%) *yield* bubur kertas sebesar 29,43%, percobaan E,F,I dengan konsentrasi  $\text{H}_2\text{O}_2$  0-3% diperoleh persen (%) *yield* bubur kertas sebesar 44,43%, pada percobaan C, D dengan konsentrasi  $\text{H}_2\text{O}_2$  sebesar 0-5%, diperoleh persen (%) *yield* bubur kertas sebesar 23,33%.  $\text{H}_2\text{O}_2$  sebagai pelarut mempunyai daya serap/ adsorpsi yang cukup reaktif sehingga dapat meningkatkan persen (%) *yield* bubur kertas. Semakin besar  $\text{H}_2\text{O}_2$  yang digunakan maka semakin besar persen (%) *yield* bubur kertas yang dihasilkan, karena sebagian besar lignin dapat terpisah dari seratnya namun dengan kelebihan  $\text{H}_2\text{O}_2$  akan

menurunkan sifat kekuatan tarik, retak maupun kekuatan sobek, ketahanan lipat. Berdasarkan hasil persamaan regresi dan uji F-hit data maka kondisi optimum untuk pengolahan TKKS menjadi bubur kertas kertas dengan %*yield* terbesar terutama pada proses bleaching adalah dengan menggunakan  $H_2O_2$  sebesar 0-3%.

Metanol yang digunakan pada tahapan proses pemasakan dan penghancuran dapat diperoleh kembali, dengan proses destilasi, yaitu pemisahan berdasarkan titik didih air dengan metanol. Berdasarkan konsentrasi metanol yang digunakan dalam proses pemasakan dan penghancuran selama proses bubur kertasing maka konsentrasi metanol yang dapat *ter-recovery* beragam dan bergantung pada besaran konsentrasi awal yang digunakan. Pada percobaan A, B, C konsentrasi metanol yang digunakan adalah sebesar 40%, hasil *recovery* metanol yang didapatkan pada proses pemasakan dan penghancuran masing-masing diperoleh 14,8% dan 17,3%.

Pada percobaan D, E, F konsentrasi metanol yang digunakan adalah sebesar 35%, hasil *recovery* metanol yang didapatkan pada proses pemasakan dan penghancuran masing-masing diperoleh 19,8% dan 27,40%. Pada percobaan G, H, I konsentrasi metanol yang digunakan adalah sebesar 30%, hasil *recovery* metanol yang didapatkan pada proses pemasakan dan penghancuran masing-masing diperoleh 10,60% dan 18,23%. Kondisi optimum pemasakan dan penghancuran TKKS pada proses pembuatan bubur kertas adalah dengan menggunakan metanol dengan konsentrasi 35%, sehingga metanol yang *terrecovery* akan semakin efisien.

#### B. Pengaruh Konsentrasi $H_2O_2$ terhadap Derajat Putih pada proses *Bleaching*

Untuk mengetahui derajat putih pada perbedaan perlakuan konsentrasi  $H_2O_2$  dapat dilihat pada Tabel 4.

Pada percobaan A-I dengan konsentrasi  $H_2O_2$  derajat putih rata-rata diperoleh 36,96% GE, percobaan A, B,

D, E, I dengan konsentrasi  $H_2O_2$  1%, derajat putih rata-rata diperoleh 33%, pada percobaan A, B, E, F, I dengan konsentrasi  $H_2O_2$  2% derajat putih yang diperoleh 34,21 %, pada percobaan C, I konsentrasi  $H_2O_2$  3% derajat putih diperoleh 42,56%, pada percobaan C, D dengan konsentrasi  $H_2O_2$  4% derajat putih diperoleh 14,42% GE, pada percobaan G, H dengan konsentrasi 5% derajat putih yang diperoleh 9,8% GE.

Tabel 4. Pengaruh konsentrasi  $H_2O_2$  terhadap derajat putih bubur kertas

Variabel	Konsentrasi $H_2O_2$ %	Derajat Putih, %GE
A <sub>0</sub>	0	47,6
A <sub>1</sub>	1	58
A <sub>2</sub>	2	62
B <sub>0</sub>	0	44,1
B <sub>1</sub>	1	57,5
B <sub>2</sub>	2	63
C <sub>0</sub>	0	40,1
C <sub>1</sub>	3	59
C <sub>2</sub>	4	62,8
D <sub>0</sub>	0	41,3
D <sub>1</sub>	3	65,6
D <sub>2</sub>	4	63
E <sub>0</sub>	0	42,5
E <sub>1</sub>	1	59,8
E <sub>2</sub>	2	61,1
E <sub>3</sub>	3	57,4
F <sub>0</sub>	0	38,6
F <sub>1</sub>	1	57,4
F <sub>2</sub>	2	61,5
F <sub>3</sub>	3	61
G <sub>0</sub>	0	21,2
G <sub>1</sub>	3	36,2
G <sub>2</sub>	5	42,80
H <sub>0</sub>	0	23,60
H <sub>1</sub>	3	37,10
H <sub>2</sub>	5	40,40
I <sub>0</sub>	0	33,60
I <sub>1</sub>	1	63,30
I <sub>2</sub>	2	58,30
I <sub>3</sub>	3	63,70

Kondisi optimum proses *bleaching* untuk mendapatkan derajat putih yang paling baik adalah  $H_2O_2$  dengan konsentrasi sebesar 3% untuk mendapatkan derajat putih 42,56%, perlu diperhatikan semakin besar konsentrasi pelarut  $H_2O_2$ , maka lignin akan semakin

terpisah dari seratnya sehingga akan menurunkan sifat kekuatan tarik, kekuatan sobek dan ketahanan lipatnya.

### KESIMPULAN

Pengolahan TKKS menjadi bubur kertas kertas dengan menggunakan NaOH dalam pelarut metanol dapat digunakan sebagai alternatif pengolahan limbah TKKS, dengan kualitas derajat putih bubur kertas memenuhi standard yang berlaku.

Kondisi optimum (47,60% *yield* bubur kertas) pada proses pembuatan bubur kertas dari TKKS menggunakan NaOH dalam pelarut metanol yaitu konsentrasi metanol 35%, konsentrasi NaOH 1,5% dengan menggunakan  $\text{MgSO}_4$  sebesar 10 gram pada temperatur pemasakan 115-135 °C, untuk proses bleaching yang optimum (derajat putih 42,56% GE) menggunakan  $\text{H}_2\text{O}_2$  dengan konsentrasi 3%.

Persen *recovery* metanol rata-rata pada kondisi optimum proses pemasakan dan penghancuran adalah sebesar 19,80% dan 27,40%.

### DAFTAR PUSTAKA

- Carleby. (1996). *Pulp and Paper Science and Technology*. Volume 1. New York: Mc. GrawHill Book Company.
- Darnoko G.P., A. Sugiharto dan S. Sugesty. (1995). Pembuatan pulp dari tandan kosong sawit dengan penambahan surfaktan. *Jurnal Penelitian Kelapa Sawit*. 3(1): 75-87.
- Firdaus. (1998). *Studi Pembuatan Pulp dari Tandan Kosong Sawit dengan Proses Etanol*.
- Han Roliadi. (2006). Pembuatan dan kualitas Karton dari Campuran Pulp Tandan Kosong Kelapa Sawit dan Sludge Industri Kertas. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*. 24(4): 323-337.
- Herbert Holik. (2006). *Handbook of Paper and Board*, WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KgaA, Weinheim. ISBN : 3-527-30997-7.
- Mc. Cabe. (2002). *Unit Operasi*. Terjemahan. Penerbit Erlangga.
- Nilawati. (2001). *Pembuatan Pulp dari Tandan Kosong Sawit dengan proses asam asetat*. Banda Aceh
- Nurillah, A dan Sri Maryati. (2004). *Pemilihan pelarut organik Etanol dan Asam asetat pada pembuatan pulp dari pelepah daun Sawit*. Banda Aceh.
- Philip K. (2002). *Ekologi Industri*. Yogyakarta: Andi.
- Perry. (2000). *Hand Book of Chemical Engineering*. New York: Graw Hill. 7.ed.
- Stephensen JN. (1996). *Pulp and paper Manufacture*. Vol 1. New York: Mc Graw Hill Book company.
- Susila. (2004). *Proses pembuatan bertingkat pada pulp dari TKS, Proses alkali methanol dengan katalis  $\text{MgSO}_4$* . Seminar Nasional Teknologi Oleo Petro Indonesia. Universitas Riau. Pekanbaru.
- Susila, Setyowati, Lince. (2004). *Pembuatan Pulp dari Tandan Kosong Kelapa Sawit dengan proses alkali methanol dengan katalis  $\text{Mg SO}_4$* . Universitas Sriwijaya. Palembang
- Zulfansyah. (1998). *Studi pembuatan pulp dari tandan kosong sawi dan batang sawit dengan proses asam asetat* Banda Aceh.